植 物 分 类 学 报 22 (3): 231—236 (1984)
Acta Phytotaxonomica Sinica

四环藻属新种和新变种(硅藻门)

李 家 英
(中国地质科学院地质研究所,北京)

关键词 四环藻属;敦化四环藻;椭圆四环藻卵圆变种;椭圆四环藻喙状变种;饶氏四环藻;舟形四环藻;橄榄形四环藻;中华四环藻;商都四环藻

四环藻属 *Tetracyclus* Ralfs 于 1843 年建立以来,已记载有 40 种之多(包括变种、变型),其中大约 50% 的种类发现在化石中,最早的化石种始记于渐新世地层,现存的种类,目前已广布于世界各地。四环藻属在分类位置上,是羽纹纲 Pennatae 中较原始、形态和构造简单的属。然而在地层划分和对比上,该属确是个有代表性的属,特别是其中一些真正的化石种,已逐渐成为确定地层时代的标志种。

近年来,作者通过对我国吉林、内蒙古和山东等省区新第三纪沉积地层中硅藻植物群的研究,发现了硅藻中的一些新种类。本文仅报道这些新种类中的四环藻。文中共描述 6 个新种和 2 个新变种,其中吉林敦化地区中新世地层中有 2 个新种,内蒙古商都地区中新世地层中有 4 个新种和 2 个新变种。在光学显微镜下,这些新分类群有稳定的壳体特征,内部构造具横肋纹和多数细线纹,并有一端开口的间生带和不开口一端具加厚的纵隔膜等特征,描述的种类属四环藻无疑。为加深对四环藻属的认识,对其中的一些种(包括老种和本文中的新种)进行了扫描电镜 (SEM) 下的研究。

在扫描镜下,四环藻的细胞有完好的体态,壳面椭圆形或菱形、舟形。带面一般呈矩形。壳面上所见横肋纹是壳面内硅质壁的隆起增厚,光学镜下所见的细线纹则由多数的拟孔 (false pore) 排列而成。特别需要指出,在内壳面一端靠近边缘的横肋纹间,发现有 1—2 个隙状突或唇形突 (rimoportula or labiate processes)。

关于唇形突,根据 Hasle 详细的研究,唇形突有两种: 一种是具有外管的唇形突起,另一种是无外管的唇形突起。其形成则是硅质化壳壁的突起即: 壳壁内侧坍陷而成的管或被两片唇瓣包围纵向裂缝状的管,或开口。四环藻出现的唇形突是无外管唇形突。

隙状突或唇形突是六十年代以来,用电镜分析所确认的在中心纲 (Centricae) 硅藻壳体中两种突起之一,除唇形突外,还存在另一种突起称为支持突 (fultoportula or strutted processes),上述两种突起,在硅藻细胞生活阶段所起的作用,尚待进一步研究,但对于硅藻的分类越来越显现出它们的重要性。近年来,已提倡用硅藻壳体中上述两种突起的数量、分布等在不同科、属、种中的表现情况,作为种、属甚至于科的分类依据。这种见于中心类硅藻的唇形突或隙状突,又出现在羽纹类中的四环藻壳体内,这不单丰富了对四环藻的认识,而且对其羽纹类硅藻的分类和演化的研究将起重要作用。

在硅藻化石的研究过程中,中国科学院水生生物研究所饶钦止教授和厦门大学生物系金德祥教授始终给予指导和帮助;图版上的显微照片由陈瑕丰同志拍摄,电镜扫描照片由杨安国同志拍摄,作者一并谨致谢意。

1. 敦化四环藻 新种 图版 1: 12—13

Tetracyclus dunhuanensis sp. nov.

Valve lanceolate or linear-elliptical, with rounded apices; 58—80μ long, about 15—20μ wide; costae 1.5—2 in 10μ; striae 18—24 in 10μ.

Holotype. JD(吉敦)* -9-1-05 (pl. 1:12); Paratype. JD (吉敦)-9-1-04 (pl. 1:13)。

Known geologic range: Miocene (中新世)。

壳体单个。壳面披针形或线椭圆形,壳面一侧的边缘呈不对称向内明显凹入,其壳体两端,两侧都不对称,末端圆形。壳面长 58—80 微米,中部宽 12—22 微米,最宽处 15—20 微米,最窄处 10—15 微米。横肋条粗,几乎呈平行排列,10 微米内 1.5—2 条。横肋条间的细线纹由点组成,线纹 10 微米内 18—24 条。假壳缝狭线形。具多个间生带和纵隔膜。

本种所见多个标本,其外形特征的变化非常稳定,在四环藻所描述过的种类中,这种壳体两端和两侧均不对称的种还是首次记录。就其内部构造与 *Tetracyclus ellipticus* var. *lancea* Hust. 较接近,但前者横肋条 10 微米内仅 1.5—2 条,而后者是 3—4 条。

2. 椭圆四环藻卵圆变种 新变种 图版 1: 10—11

Tetracyclus ellipticus var. **ovalifolius** var. nov.

Different from the type in valve wide-elliptical to subrounded, with a slightly convex apex; costae 4 in 10μ; striae 24—28 in 10μ; puncta 22—30 in μ.

Holotype: IMS (内蒙古)-SZ_{12}-2-01 (pl. 1:10); Paratype: IMS (内蒙古)-SZ_{12}-2-02 (pl. 1:11).

Known geologic range: Miocene (中新世)。

与典型种不同的是: 壳面呈宽阔的椭圆形至近圆形,末端微凸。细线纹由稀密不均的点组成,线纹 10 微米内 24—28 条,点 10 微米内 22—30 个。

在扫描镜下,点纹呈拟孔纹,壳体表面被孔膜覆盖,因而详细构造不易观察。

此变种在外形特征上与 *Tetracyclus ellipticus* var. *inflatus* Hust. 有些近似,均为宽阔的椭圆形至圆形,但前者的末端微凸,而后者的末端则是近端边缘急剧向内深凹后并突然向外凸出,形成近喙状的末端;前者由点组成的细线纹中,点的排列稀密不均,后者点的排列密较均匀。又与 *Tetracyclus ellipticus* var. *latissimus* Hust. 较为相近,但后者末端呈宽圆形。

3. 椭圆四环藻喙状变种 新变种 图版 1: 1—4

Tetracyclus ellipticus var. **rostrata** var. nov.

Different from the type in valve wide-elliptical with a highly degree of transverse swelling at center, apices long rostrate.

Holotype: IMS (内蒙古)-SZ_{11} -1-01 (pl. 1:1); Paratypes: IMS (内蒙古)- SZ_{11}-1 (pl. 1:2-4).

---

* 吉敦即吉林敦化。

Known geologic range: Miocene (中新世)。

与典型种的主要区别是：壳面呈宽阔的椭圆形，壳面中部明显扩大近圆形，末端伸长呈特殊的长喙状。

在扫描镜下，细胞的壳体有完好的体态，内壳面观，横肋条是内壳面硅质壁的隆起增厚，在一端的横肋间近边缘处有两个左右对称的唇形突或隙状突，唇形突无外管。壳面由点组成的细线纹则呈拟孔纹，拟孔排列稀密不均。

根据此变种的构造特征，与本文中描述的 *Tetracyclus ellipticus* var. *ovalifolius* 有些相似，但前者末端呈明显的长喙状，而后者末端呈微凸。

4. 饶氏四环藻　新种　图版 1：5—9

Tetracyclus jaoi sp. nov.

Valve rhomboidal tetragonal with small rostrate-apiculate ends; pseudoraphe very narrow but indistinct; 40—48μ long, 30—34μ wide; costae about 3 in 10μ, striae 31—34 in 10μ, puncta 32—34 in 10μ.

Holotype: IMS(内蒙古)-SZ_{11}-3-02 (pl. 1:5—7); Paratypes: IMS (内蒙古)-SZ_{11}-3-03 (pl. 1:8—9).

Known geologic range: Miocene (中新世)。

壳面菱形四边形，末端微喙状。壳面长 40—48 微米，宽 30—34 微米。横肋条微弯曲，集中排列在壳面中部，横肋条有长有短，长者达两壳缘，短者仅从壳缘一侧向中部延伸但不达另一壳缘，横肋条 10 微米内 3 条左右。横肋条间的细线纹由点组成，点沿壳缘排列成较规则的线纹，在中部和两端呈不规则的散状分布，细线纹 10 微米内 31—34 条，点 10 微米内 32—34 个。假壳缝呈不明显的狭线形。具多数间生带，间生带的一端开口，不开口的另一端加厚的纵隔膜仅在端处明显。

在扫描镜下，细胞的壳体有完好的体态，但壳面拟孔孔被一层孔膜覆盖，细微构造不易观察，未观察内壳面，有无唇形突或隙状突，需进一步研究。

此种的外形和构造特征与已描述过的四环藻相比，是非常特殊的，就其构造而言，壳面上有横肋条，横肋条间有由点组成的细线纹，观其环带面具多个间生带和纵隔膜，该种置于四环藻属无疑。

5. 舟形四环藻　新种　图版 2：10—14

Tetracyclus navicularis sp. nov.

Valve cymbiform to elliptical-lanceolate with a subrostrate apex; pseudoraphe narrow-linear but fine; 45—70μ long, 21—35μ wide; costae 1.5—3 in 10μ, striae 16—20 in 10μ, puncta 18—28 in 10μ.

Holotype: IMS(内蒙古) -SZ_{11}3-1 (pl. 2:10); Paratypes: IMS (内蒙古)-SZ_{11}-3-2 (pl. 2:11—4).

Known geologic range: Miocene (中新世)。

壳体单个。壳面舟形或椭圆披针形，末端尖呈近喙状。壳面长 45—70 微米，宽 21—35 微米。横肋条粗，集中排列在壳面中部，10 微米内 1.5—3 条。横肋条间的细线纹由点组成，点沿边缘组成较规则的线纹，点在中部和两端呈不规则的分布，线纹 10 微米内 16—

20条，点10微米内18—28个。假壳缝呈明显的线形。具多个间生带和纵隔膜。

在扫描镜下，细胞有完好的体态，外壳面观时，表面被孔膜覆盖，不易观察。内壳面观时，壳面横肋条是内壳面硅质壁的隆起增厚，拟孔在轴区两侧和两端呈散状分布，在末端形成一较小的无纹区。仅见一个内壳面，一端又被它物覆盖，有无唇形突，还需进一步观察。

根据此新种的外形特征与 *Tetracyclus ellipticus* var. *lancea* Hust. 似乎相近，但前者呈舟形，后者呈椭圆披针形；前者横肋条集中排列在中部，后者散排于整个壳面；前者点纹散状分布明显后者呈较规则的排列。

6. 橄榄形四环藻 新种 图版 1: 14

Tetracyclus ovaliformis sp. nov.

Valve ovaliform with a subrostrate rounded apex; pseudoraphe linear but distinct; 60—73μ long, 28—34μ wide, costae 1.5—2 in 10μ, striae about 14 in 10μ, puncta about 15—16 in 10μ.

Holotype: JD(吉敦)-9-6 (pl. 1:14)。

Known geologic range: Miocene (中新世)。

大型种，壳体单个。壳面橄榄形，末端近喙圆形。壳面长60—73微米，宽28—34微米。横肋条粗，中部呈平行排列，仅两端横肋条呈明显的弧形，10微米内1.5—2条。横肋条间的细线纹由点组成，点在边缘排列较密，轴区两侧和两端呈稀疏的散状分布，细线纹10微米内14条左右，点10微米内15—16个。假壳缝呈明显的线形。具多个间生带和纵隔膜。

此新种的形态特征与 *Tetracyclus navicularis* 很相近，但壳面上的构造显然差异较大，前者横肋条不像后者集中排列在壳面中部；由点组成的细线纹虽然两者的点在轴区的两侧和两端均出现散状排列，但两者不仅在排列方式上截然不同，而且线纹和点的数目也有差别，前者线纹)。微米内14条，点10微米内15—16个，后者线纹10微米内可达20条，点10微米内28个左右。又与 *Tetracyclus ellipticus* (Ehr.) Grun. 也有些相似，但前者的点在轴区两侧和两端呈散状排列，而后者则较规则。

7. 中华四环藻 新种 图版 1: 15—16

Tetracyclus sinensis sp. nov.

Valve ligulate to wide-linear, with a broadly rounded to subrounded apex; margins slightly concave or nearly parallel; pseudoraphe linear but very fine; 40—60μ long, 20—25μ wide; costae 3—5 in 10μ, striae 20—22 in 10μ, puncta 15—25 in 10μ。

Holotype: IMS(内蒙古)-SZ_{11}-1-9 (pl. 1:15); Paratype: IMS(内蒙古)-SZ_{11}-1-7 (pl. 1:16).

Known geologic range. Miocene (中新世)。

壳体单个。壳面短带形至宽线形，末端宽圆形至近圆形，壳缘微向内凹入或近平行。壳面长40—60微米，宽20—25微米。横肋条10微米内2—3条，横肋间的细线纹由点组成，线纹10微米内20—22条，点在10微米内15—25个。假壳缝呈明显的线形。具多个间生带和纵隔膜。

根据此新种的形态和构造特征与 Vanlandingham（1967 图版 22，图 12—13）所描述的 *Tetracyclus ellipticus* var. 标本非常相似，后者虽然没有定出种或变种，但她认为，她描述的标本可能是一新种或至少是一个新变种。根据观察到的多个标本，形态和构造特征非常稳定，尽管在横肋条和细线纹的数目与 *Tetracyclus ellipticus* (Ehr.) Grun. 较为接近，但前者呈带形，而后者呈椭圆形。

8. 商都四环藻　新种　图版 2：1—9

Tetracyclus shanduensis sp. nov.

Valve short-rectanglar with truncate or subcuneate ends; pseudoraphe short-linear but very fine; 20—28μ long, 16—23μ wide; costae 3—4 in 10μ, striae 22—24 in 10μ, puncta 22—26 in 10μ.

Holotypes: IMS(内蒙古) -SZ_{11}-1 (pl. 2:2—3); Paratypes: IMS (内蒙古) -SZ_{11}-1-1 (pl. 2:1, 4—9).

Known geologic range: Miocene (中新世)。

小型种，壳体单个。壳面短长方形，末端平截或近楔形。壳面长 20—28 微米，宽 16—23 微米，横肋条直或微弯曲，一般集中在壳面中部，10 微米内 3—4 条。细线纹由明显的点组成，线纹 10 微米内 22—24 条，点 10 微米内 22—26 个。假壳缝呈短的、明显的线形。具多数间生带，间生带一端开口，不开口的另一端具加厚的纵隔膜。

在扫描镜下，细胞的壳体有完好的体态，外壳面布满较规则的拟孔，在末端近边缘的拟孔间有稀疏的小刺 (spinula)，内壳面观时，横肋条是内壳硅质壁的隆起增厚；拟孔排列规则，在中部呈左右对称排列，在末端呈放射状排列，边缘较密，近轴区两侧略稀；在一端的靠边缘的两横肋之间，有两个左右对称的唇形突。唇形突在外壳面观时，呈现两个左右对称的椭圆形孔，所以唇形突是无外管唇形突。假壳缝是沿纵轴内壳硅质壁的隆起增厚。

此种的外形特征与 *Tetracyclus sinensis* 较为相近，大小差异明显，前者长仅 20—28 微米，宽 16—23 微米，后者长 40—60 微米，宽 20—25 微米；由点组成的线纹和点的数目虽然也较接近，前者 10 微米内 22—24 条，后者 20—22 条，但点的排列方式不同；前者末端的点间出现小刺，后者则无。

参　考　文　献

[1] 齐雨藻等，1977：应用扫描电子显微镜的硅藻分类研究，中山大学学报，第四期。
[2] 李家英，1982：一个典型中新世的硅藻植物群(摘要)，中国地质科学院院报，地质研究所分刊，第三号。
[3] Boyer, C. S., 1926—1927: Synopsis of North American Diatomaceae. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **78**(supplement, part I): 1—228; **79**(part II) 229—582.
[4] Bourrelly, P., 1968: Les Algues jaunes et brunes. in "Les Algues D' Dau Douce", E'ditions N. Boubée & Cie 3, Place Saint-Des-Arts, Paris, Tome: II.
[5] Chin, T. G., 1951: A list of Chinese diatoms from 1847—1946. *Amoy Fisheries Bull.* **1**(5): 41—143.
[6] Cleve-Euler, A., 1951—1955: Die Diatomeen von Schweden und Finnland, *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, Fjarde, Serien, **2**(1): 1—163, Fig. 1—294, Taf. (Teil I, Centricae, 1951); **4**(1): 1—158, Fig. 297—483 (292—294 duplicated) (Teil II, Arraphideae, Brachyraphideae, 1953).

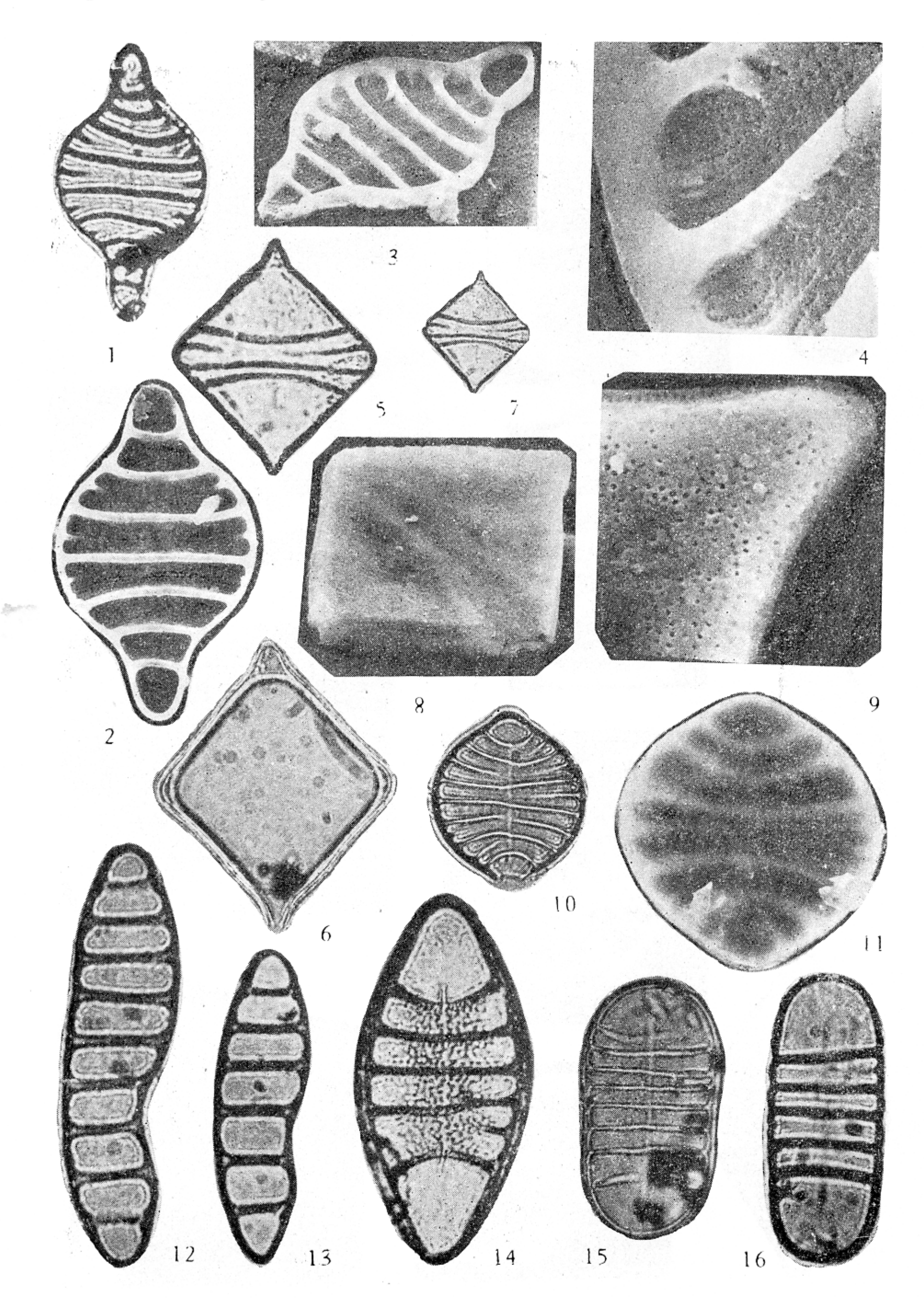
[7] De Toni, J. B., 1891—1894: Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum, Patavii, vol. II, Bacillarieae. Typis Seminarii.
[8] Hasle, G. R., 1972: Two Types of Processes in Centric Diatoms. in R. Somonsen "First Syposium on Recent and Fossil Marine Diatoms"; *Beihefte zue Nova Hedwigia* Heft **39**: 55—78, pl. 1—8.
[9] Hasle, G. R., 1975: Some Living Marine Species of the Diatom Family Rhizosoleniaceae, in R. Simonsen "Third Symposium on Recent and Fossil Marine Diatoms". *Beihefte zue Nova Hedwigia* Heft **53**: 99—140, pl. 1—13.
[10] Hann, G. D., 1936: Notes on localities of fossil diatoms in California. *Soc. Francaise Microscopie* **5**(3): 109—111.
[11] Hustedt, F., 1911—1913: Collaborstor in A. Schmidt "Atlas der Diatomaceenkunde", Taf. 269, 291, 297.
[12] Hustedt, F., 1914: Die Bacillariaceen-Gattung *Tetracyclus* Ralfs, Kritische Studien Über Bau und Systematik der bisher beshriebenen Forma. *Abh. Nat. Ver. Brem.* Bd. XXIII, Helf. I: 91—107 pl. I.
[13] Hustedt, F., 1930: Bacillariophyta (Diatomeae) in A. Pascher, "Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas", Heft. **10**. Zweit Auflage. Gustav Fischer, Jema, 466s, 875 Fig.
[14] Hustedt, F., 1931: Die Kieselalgen Deutschlands, österreichs und der Schweiz in L. Rabenhorst, "Kryptogamen-Flora von Deutschland, österreich und der Schweiz". Bd. VII, Teil 2.
[15] Karsten, G., 1928: Abteilung Bacillariophyta (Diatomeae) in A. Engler und K. Prantl, "Die Natürlichen Pflanzenfamilien", zweite Auflage Bd. 2 (Bacillariophyta), S. 150—345, mit Text Fig. 93—447, Wilhelm Engelmann, Leipzig.
[16] Van Heurck, H., 1896: A Treatise on the Diatomaceae. Translated by W. E. Baxter. London, 558 p., 35 pls.
[17] Van Langingham, S. L., 1964: Miocene Non-Marine Diatoms from the Yokima Region in South Central Washington. *Beihefte zur Nova Hedwigia*, Heft **14**: 1—78, 56 taf.
[18] Van Landingham, S. L., 1967: Paleoecology and Microfloristics of Miocene Diatomites from the Otis Basin-Junture Region of Harney and Malheur Counties, Oregon. *Beihefte zur Nova Hedwigia* Heft **26**: 1—77, pl. 1—25.
[19] Van Langinham, S. L., 1978: Catalogue of the Fossil and Recent Genera and Species of Diatoms and their Synonyms Part. VII "Rhoicospheia through Zygoceros", J. Cramer in der A. R. Ganther Verlag Kommanditgesellschaft.

SOME NEW SPECIES AND VARIETIES OF THE GENUS TETRACYCLUS RALFS (BACILLARIOPHYTA)

Li Jia-ying
(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Scinces, Beijing*)

Abstract This paper reports a diatom assemblage found by the author from the Upper Tertiary continental strata in Shangdu County in Niemongol Autonomous Region and Dunhua County in Jilin Province of China. The diatom assemblage in Shangdu County comprises 4 new species and 2 new varieties: *Tetracyclus ellipticus* var. *ovalifolium* Li, *Tetracyclus ellipticus* var. *rostrata* Li, *Tetracyclus jaoi* Li, *Tetracyclus navicularis* Li, *Tetracyclus shangduensis* Li and *Tetracyclus sinensis* Li. From the Miocene of Dunhua County, Jilin Province are recorded 2 new species: *Tetracyclus dunhuanensis* Li and *Tetracyclus ovaliformis* Li.

Key words *Tetracyclus; T. dunhuanensis; T. ellipticus* var. *ovalifolius; T. ellipticus* var. *rostrata; T. jaoi; T. navicularis; T. ovaliformis; T. sinensis; T. shandunensis*



1—4. 椭圆四环藻喙状变种 *Tetracyclus ellipticus* var. *rostrata*　1.示壳面 × 800；　2.示壳面 × 1200；3.示内壳面和唇形突(45°) × 1200；　4.示唇形突和拟孔纹(45°) × 4800。

5—9. 饶氏四环藻 *T. jaoi*　5.示壳面 × 800；　6.示间生带 × 800；　7.示壳面 × 400；　8.示壳面(45°) × 1040；　9.示末端拟孔纹 × 4800。

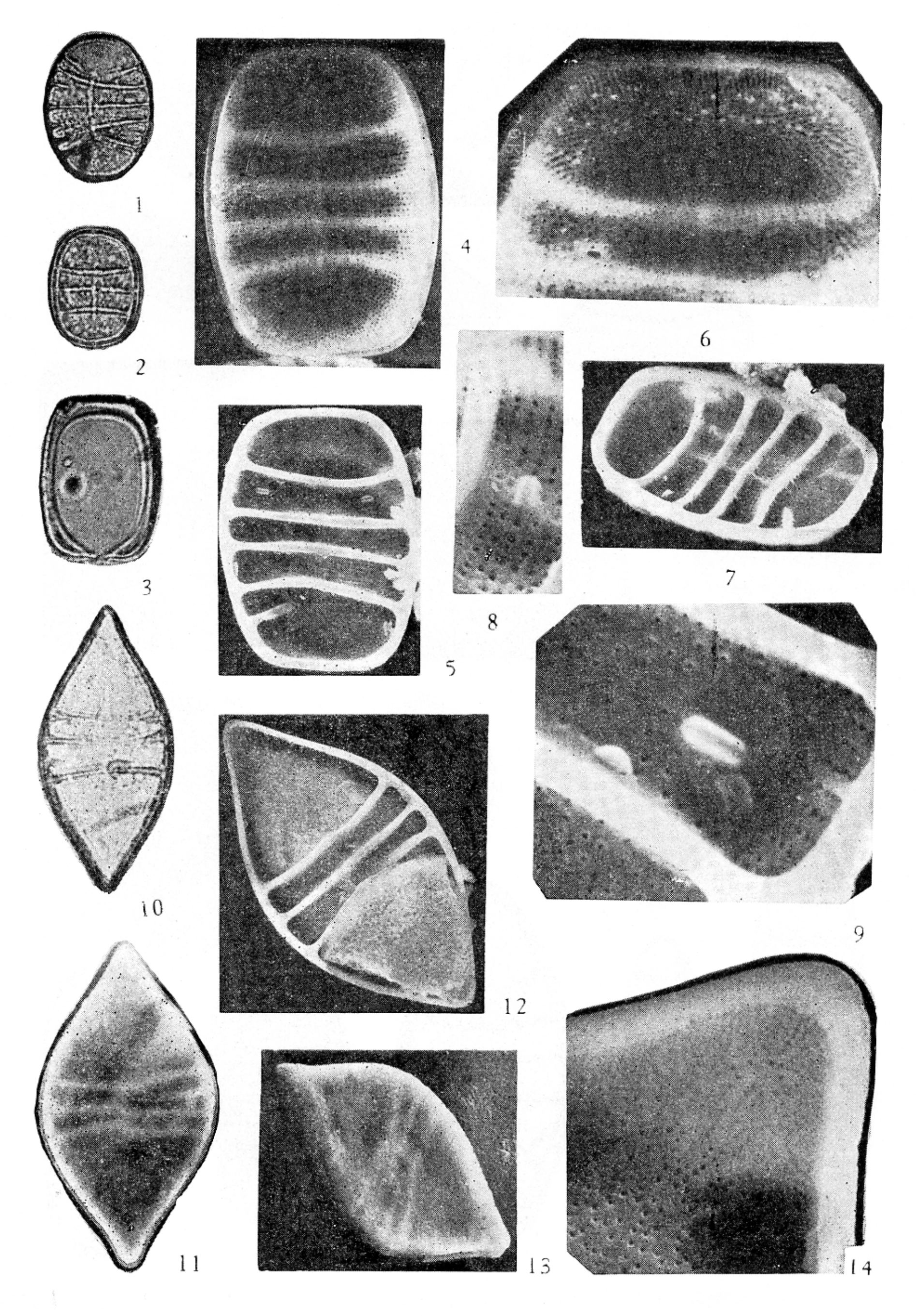
10—11. 椭圆四环藻卵形变种 *T. ellipticus* var. *ovalifolius*　10.示壳面 × 800；　11.示壳面 × 864。

12—13. 敦化四环藻 *T. dunhuanensis* 示壳面 × 800。

14. 橄榄形四环藻 *T. ovaliformis* 示壳面 × 800。

15—16. 中华四环藻 *T. sinensis* 示壳面 × 800。

注：图 1，5—7，10，12—16 是光学镜照片；2—4，8—9，11 是扫描电镜照片。



1—9. 商都四环藻 *Tetracyclus shangduensis* 1—2.示壳面 × 800； 3.示间生带 × 800； 4.示壳面拟孔纹 × 1760； 5.示内壳面和唇形突 × 1440； 6.示末端拟孔纹 × 2800； 7.示内壳面和唇形突(45°) ×1440； 8.唇形突(45°) × 1920； 9.唇形突 × 6720。

10—14. 舟形四环藻 *T. navicularis* 10.示壳面 × 800； 11.示壳面 × 864； 12.示内壳面 × 960； 13.示壳面(45°) × 864； 14.示末端拟孔纹(35°) × 4800。

注：图 1—3，10 是光学镜照片；图 4—9，11－14 是扫描镜照片。